

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **07-153877**

(43)Date of publication of application : **16.06.1995**

(51)Int.Cl.

H01L 23/36
H01L 23/373

(21)Application number : **05-297771**

(71)Applicant : **HITACHI LTD**

(22)Date of filing : **29.11.1993**

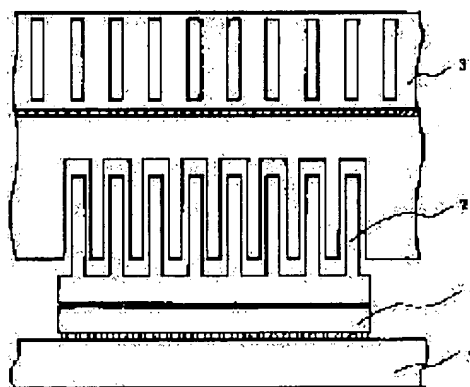
(72)Inventor : **NISHIHARA ATSUO**
ASHIWAKE NORIYUKI

(54) DEVICE OF COOLING HEAT GENERATING BODY

(57)Abstract:

PURPOSE: To reduce a thermal resistance at a contact surface to effectively cool a heat generating body which has a large amount of heat by forming a thin film of metals having a low atomic weight such as lithium or beryllium on the surface of a heat generating body and a cooling body through the sputtering method, etc.

CONSTITUTION: Heat generated by an LSI element 1 is transmitted to a thermoconductive component 2 through the contact surface, thereafter transmitted to a water cooling jacket 3 through a thermoconductive grease and is then released to the outside with a cooling water. Since height of LSI is fluctuated to a certain degree, it cannot be directly placed in contact with the water cooling jacket 3 and therefore heat must be transmitted to the water cooling jacket 3 through a thermoconductive of the flexible structure in order to absorb difference of heights. Here, a comb-tooth contact type thermoconductor, which is formed by combining a couple of comb-teeth type fins as a thermoconductive part, is used. Here, the contact thermal resistance can be reduced and effective cooling can also be realized by depositing a metal thin film of lithium and beryllium, etc., at the surface of a water cooling block.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The cooling system of the heating element characterized by forming the thin film of light elements, such as a lithium or beryllium, on said contact surface in the cooling system of structure which is equipped with the heating element and cooling object which carried out field contact mutually in the gaseous helium ambient atmosphere, and conducts heat through the contact surface.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the cooling system of a heating element, and relates to the cooling system of electronic equipment especially.

[0002]

[Description of the Prior Art] The conventional cooling system is cooling by contacting a heating element and a cooling object in the ambient atmosphere of gaseous helium with high thermal conductivity. Under the present circumstances, by finishing the mutual contact surface smoothly, the clearance between the contact surfaces is made small and heat conduction is promoted.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] When using the above-mentioned conventional technique for cooling of electronic equipment, since electronic parts cannot bear a big load, the forcing pressure of the contact surface is stopped small. Then, since a true touch area benefits the minute irregularity of the contact surface very small, between the contact surfaces, heat is conducted through [almost] gaseous helium. Although helium is the good matter of heat conduction in gas, since thermal conductivity is small compared with the ingredient of a heating element and a cooling object, the layer of the gaseous helium with which the clearance was filled up will become contact thermal resistance. Therefore, what is necessary is to finish the contact surface smoothly, to make irregularity small, in order to decrease contact thermal resistance, and just to make the clearance between the contact surfaces small.

[0004] By the way, the phenomenon of a temperature leap occurs in gas heat conduction in a slit. This temperature leap points out that the temperature of the gas which touches solid surface temperature and a solid front face is not in agreement, and it has the same effectiveness as the clearance became large. An example of temperature distribution is shown in drawing 4. For this phenomenon, however it may make surface roughness small, the effective clearance between the contact surfaces becomes long by temperature leap die length, and is not made to below a fixed value. Therefore, there is a limitation in the approach of decreasing contact thermal resistance by finishing the contact surface smoothly, and when using it in the helium of one atmospheric pressure, thermal resistance hardly decreases surface roughness as for about 1 micrometer or less.

[0005] Thus, in cooling electronic parts by the Prior art, the contact thermal resistance more than a certain constant value occurs for the temperature leap between helium and a solid-state front face, and it cannot apply to electronic parts with very big calorific value.

[0006] In the cooling system of the heating element of the structure of contacting a heating element and a cooling object in a gas ambient atmosphere, the purpose of this invention decreases the thermal resistance of the contact surface, and is to offer a means to cool efficiently a heating element with very large calorific value.

[0007]

[Means for Solving the Problem] What is necessary is just to shorten the temperature leap die length between the front face of a heating element and a cooling object, and gaseous helium, in order to use contact heat conduction which minded gaseous helium to electronic parts with very big calorific value. l_j can be expressed with several l when temperature leap die length is set to l_j .

[0008]

[Equation 1]

$$l_j = \left(\frac{2}{\alpha} - 1 \right) \frac{4\gamma}{\gamma + 1} \frac{\bar{l}}{Pr} \quad \dots (1)$$

ここで、 Pr はプラントル数、 γ は比熱比、 \bar{l} は平均自由行程、 α は適応係数である。

[0009] Among this, the Prandtl number and the ratio of specific heat are the physical-properties values of gas, and since he wants to use helium from the height of thermal conductivity, and the point of safety to cooling of electronic equipment, that limitation takes a fixed value. Moreover, in order to prevent gas leakage, as for a pressure, it is desirable [a mean free path can be made small if a pressure is raised but] that it can be used with atmospheric pressure. Therefore, if temperature leap

die length is shortened by enlarging an accommodation coefficient alpha, the above-mentioned purpose can be attained.

[0010] An accommodation coefficient is a function of the temperature of gas, and if the temperature of gas is high to some extent, it will approach constant value alpha (infinity) expressed with several 2 of the following.

[0011]

[Equation 2]

$$\alpha(\infty) = \frac{4 m_g / m_s}{(1 + m_g / m_s)^2} \quad \dots (2)$$

[0012] Here, it is mg. The molecular weight of gas, and ms It is solid atomic weight. Usually, since it is very large compared with the molecular weight of gaseous helium, the value of alpha (infinity) of solid atomic weight is small. That is, an accommodation coefficient will become large if a solid ingredient is changed into the matter with small atomic weight. However, although it is not easy to change the ingredient of a heating element and a cooling object, since only the phenomenon on a solid-state front face rules over, if a thin film is made to adhere to a front face, it is enough [the accommodation coefficient].

[0013] An easy model shows the device of heat conduction in this invention to drawing 5 and drawing 6. Drawing 5 shows a Prior art, when there is no thin film. 2 is an atom which constitutes a cooling object or a heating element, for example, is a very heavy element compared with helium like copper. In this case, even if the helium molecule 6 collides with the atom on the front face of a solid-state, since the ratio of mass is very large, an accommodation coefficient is small, and the transmission efficiency of energy is bad. Then, in a slit, since there are few counts of a collision of molecules, heat conduction worsens. Drawing 6 shows this invention, when a thin film is attached. In this case, the atom which constitutes a thin film 5 uses a very light element compared with an atom 2. Then, in order that the ratio of mass with helium may approach 1, when the atom 2 is unreserved, an accommodation coefficient is high, and heat is told efficiently.

[0014] This invention forms the thin film of a metal with small atomic weight, such as a lithium or beryllium, in the front face of a heating element and a cooling object with means, such as a spatter.

[0015] Other descriptions of this invention stick the thin film of the polymeric materials containing hydrogen on the front face of a heating element and a cooling object.

[0016]

[Function] An accommodation coefficient with helium becomes large by covering the front face of a heating element and a cooling object by the matter with small atomic weight. Then, the temperature leap die length of the helium between the contact surfaces can be shortened, and contact thermal resistance can be decreased.

[0017]

[Example] Hereafter, one example of this invention is explained using drawing. Drawing 1 is the side elevation showing the first example of this invention. The first example is the cooling system of the electronic equipment which used this invention. In drawing 1, 1 is the electronic parts for cooling, and a substrate in which the heat-conduction components of flexible structure and 3 carry a jacket, and, as for an LSI component and 2, 4 carries an LSI component in this case. The heat generated with the LSI component 1 is told to the heat-conduction components 2 through propagation and heat-conduction grease at a water cooled jacket 3 through the contact surface, and is missed outside with cooling water. Since a certain amount of dispersion is in the height of LSI, a water cooled jacket cannot be made to contact directly, but in order to absorb the difference of height, it is necessary to tell heat to a cooling jacket through the heat-conduction components of flexible structure. Here, it carries out by wanting combining two fins of a sinking comb form as heat-conduction components, and the tooth form contact heat-conduction child is used.

[0018] Drawing 2 is a sectional view in which it is shown near the contact surface of the first example of this invention. The thin film of metals, such as a lithium in which 5 was formed with means, such as a spatter, and beryllium, and 6 are helium which intervenes between the contact surfaces. As shown in drawing 2, the minute irregularity of mum unit exists on the contact surface, the area of the part which solid-states actually touch is very slight, and the clearance is filled with helium. Here, the temperature leap die length of the helium on the front face of a solid-state is shortened by the thin film, and heat conduction between helium, a cooling object, and helium and a heating element is promoted with it.

[0019] Moreover, the thin film of the macromolecule which contains hydrogen instead of the vacuum evaporation film 5 of the lithium of drawing 2 or beryllium may be stuck. The same effectiveness can be acquired by covering a front face by the atom with the small mass number too.

[0020] Drawing 3 is the perspective view showing other examples. This example applies this invention to cooling of the manufacturing installation of a semi-conductor wafer. Since a lot of heat occurs in case a spatter etc. is performed to a semi-conductor wafer, it is necessary to cool but, and since a perimeter is a vacuum, it is cooling by contacting a cooling block at the rear face of a wafer. Under the present circumstances, in the vacuum, since contact thermal resistance is very large, when especially refrigeration capacity is required, the technique of pouring in gaseous helium between a wafer rear face and a cooling block is also used from the former. In drawing 3, 7 is a semi-conductor wafer for cooling. It generates on the surface of a wafer, and heat is conducted to a rear-face side, and is removed by the cooling block which contacted the rear face through the contact surface. In addition, a cooling block cools by circulating a refrigerant to inside.

[0021] Here, if this invention is applied, by attaching metal thin films, such as a lithium and beryllium, to the front face of a cooling block, the effectiveness of helium impregnation can be heightened and the cooling engine performance can be raised.

[0022] Thus, according to this example, in the cooling system of the heating element of structure which conducts heat through the contact surface in gaseous helium, contact thermal resistance can be decreased and it can cool efficiently.

[0023]

[Effect of the Invention] By using this invention, thermal resistance of contact heat conduction through gas is made small, and the cooling technique of a contact heat-conduction method becomes applicable to electronic parts with very big calorific value.

[Translation done.]

特開平7-153877

(13) 公開日 平成7年(1995)6月16日

(51) Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 23/36 23/373			H 0 1 L 23/ 36	D M
審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 4 頁)				

(21) 出願番号 特願平5-297771

(22) 出願日 平成5年(1993)11月29日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 西原 淳夫

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72) 発明者 芦分 範之

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

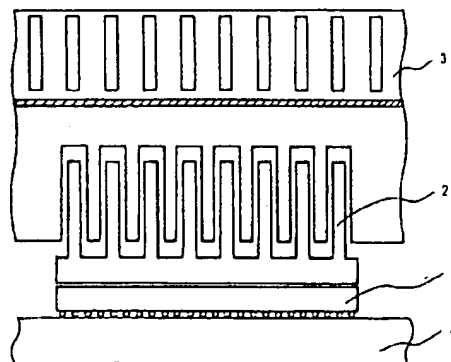
(54) 【発明の名称】 発熱体の冷却装置

(57) 【要約】

【構成】 ガス雰囲気中で発熱体と冷却体を接触させて、接触面を通した熱伝導によって冷却する方式の発熱体の冷却装置において、接触面にリチウムあるいはベリリウムなどの軽金属の薄膜を形成する。

【効果】 接触面上でのガスの温度飛躍長さを短縮し、接触面間の実効隙間を小さくすることによって接触熱抵抗を減少させる。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ヘリウムガス雰囲気中で互いに面接触した発熱体と冷却体とを備え、その接触面を通して熱を伝える構造の冷却装置において、前記接触面上にリチウムあるいはベリリウムなどの軽元素の薄膜を形成したことを特徴とする発熱体の冷却装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は発熱体の冷却装置に係り、特に、電子機器の冷却装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の冷却装置は、発熱体と冷却体を熱伝導率の高いヘリウムガスの雰囲気中で接触させて冷却を行っている。この際、互いの接触面を滑らかに仕上げるにより接触面間の隙間を小さくし、熱伝導を促進させている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 電子機器の冷却のために上記の従来技術を用いる場合、電子部品は大きな加重に耐えられないため接触面の押し付け圧力は小さく抑えられている。すると、接触面の微小な凹凸のために真の接触面積は非常に小さくなるので、接触面間では熱はほとんどヘリウムガスを介して伝導する。ヘリウムはガスの中では熱伝導の良い物質であるが、発熱体及び冷却体の材料に比べると熱伝導率が小さいため、隙間に充填されたヘリウムガスの層が接触熱抵抗となってしまう。従って接触熱抵抗を減少させるためには接触面を滑らかに仕上げて凹凸を小さくし、接触面間の隙間を小さくすれ*

*ばよい。

【0004】 ところで、狭い隙間でのガス熱伝導では、温度飛躍という現象が発生する。この温度飛躍とは固体の表面の温度と表面に接するガスの温度が一致しないことを指し、隙間が大きくなったことと同じ効果を持つ。温度分布の一例を図4に示す。この現象のため、いくら表面粗さを小さくしても接触面間の実効隙間は温度飛躍長さ分だけ長くなり、一定の値以下にはできない。従って、接触面を滑らかに仕上げることによって接触熱抵抗を減少させる方法には限界があり、1気圧のヘリウム中で使用する場合、表面粗さを1μm程度以下にしても熱抵抗はほとんど減少しない。

【0005】 このように、従来の技術で電子部品を冷却する場合にはヘリウムと固体表面の間の温度飛躍のためある一定値以上の接触熱抵抗が発生し、非常に大きな発熱量を持つ電子部品に対して適用することができない。

【0006】 本発明の目的は、ガス雰囲気中で発熱体と冷却体を接触させる構造の発熱体の冷却装置において、接触面の熱抵抗を減少させ、非常に発熱量の大きい発熱体を効率的に冷却する手段を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 非常に大きな発熱量を持つ電子部品に対してヘリウムガスを介した接触熱伝導を用いるためには、発熱体及び冷却体の表面とヘリウムガスの間の温度飛躍長さを短縮すればよい。温度飛躍長さを l_j とすると、 l_j は数1で表せる。

【0008】

【数1】

$$l_j = \left(\frac{2}{\alpha} - 1 \right) \frac{4\gamma}{\gamma + 1} \frac{\bar{T}}{Pr} \quad \dots (1)$$

ここで、 Pr はプラントル数、 γ は比熱比、 \bar{T} は平均自由行程、 α は適応係数である。

【0009】 この内、プラントル数と比熱比はガスの物性値であり、電子機器の冷却に対しては熱伝導率の高さと安全性の点からヘリウムを使用したいので、その限りは一定の値をとる。また、平均自由行程は圧力を上げれば小さくすることができるが、ガス漏れを防止するために圧力は大気圧のままで使用できることが望ましい。従って、適応係数 α を大きくすることによって温度飛躍長※40

※さを短縮させられれば上記の目的を達成できる。

【0010】 適応係数はガスの温度の関数であり、ガスの温度がある程度高ければ以下の数2で表される一定値 $\alpha(\infty)$ に近づく。

【0011】

【数2】

$$\alpha(\infty) = \frac{4m_g/m_s}{(1 + m_g/m_s)^2} \quad \dots (2)$$

【0012】 ここで、 m_g はガスの分子量、 m_s は固体の原子量である。通常は固体の原子量はヘリウムガスの分子量に比べて非常に大きいため、 $\alpha(\infty)$ の値は小さい。つまり、固体の材料を原子量の小さい物質に変更すれば適応係数が大きくなる。ただし、発熱体及び冷却体の材料を変更することは容易でないが、適応係数は固体表面上の現象にのみ支配されているため、表面に薄膜を

付着させれば十分である。

【0013】 本発明における熱伝導の機構を簡単なモデルで図5、図6に示す。図5は薄膜がない場合、すなわち、従来の技術を示す。2は冷却体あるいは発熱体を構成する原子であり、例えば銅のようなヘリウムに比べると非常に重い元素である。この場合、ヘリウム分子6が固体表面の原子に衝突しても質量の比が非常に大きい

め適応係数が小さく、エネルギーの伝達効率が悪い。すると、狭い隙間では分子同士の衝突回数が少ないため熱伝導が悪くなる。図6は薄膜を付けた場合、すなわち本発明を示す。この場合には、薄膜5を構成する原子は原子2に比べて非常に軽い元素を用いる。すると、ヘリウムとの質量の比が1に近づくため、原子2がむき出しになっている場合に比べると適応係数が高く、効率よく熱を伝えられる。

【0014】本発明は、発熱体及び冷却体の表面にスパッタ等の手段によってリチウムあるいはベリリウムなどの原子量の小さい金属の薄膜を形成するものである。

【0015】本発明の他の特徴は、発熱体及び冷却体の表面に水素を含む高分子材料の薄膜を貼り付けるものである。

【0016】

【作用】発熱体、及び冷却体の表面を原子量の小さい物質で覆うことによってヘリウムとの適応係数が大きくなる。すると、接触面間のヘリウムの温度飛躍長さが短縮し、接触熱抵抗を減少させることができる。

【0017】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図を用いて説明する。図1は本発明の第一実施例を示す側面図である。第一の実施例は本発明を用いた電子機器の冷却装置である。図1において、1は冷却対象の電子部品、この場合LSI素子、2は柔軟構造の熱伝導部品、3はジャケット、4はLSI素子を搭載する基板である。LSI素子1で発生した熱は接触面を介して熱伝導部品2に伝わり、熱伝導グリスを介して水冷ジャケット3に伝えられ、冷却水によって外部に逃がされる。LSIの高さにある程度のばらつきがあるので、水冷ジャケットに直接接触させることはできず、高さの差を吸収するために柔軟構造の熱伝導部品を介して冷却ジャケットに熱を伝える必要がある。ここでは、熱伝導部品としてくし歯形のフィンを二個組み合わせたくし歯形接触熱伝導子を用いている。

【0018】図2は本発明の第一実施例の接触面近傍を示す断面図である。5はスパッタなどの手段で形成されたりチウム、ベリリウムなどの金属の薄膜、6は接触面に介在するヘリウムである。図2に示したように、接触面上には μm 単位の微小な凹凸が存在し、実際に固体同士が接触している部分の面積はごくわずかであり、隙間はヘリウムで満たされている。ここで、薄膜によって固体表面でのヘリウムの温度飛躍長さが短縮され、ヘリウムと冷却体、およびヘリウムと発熱体の間の熱伝導が

促進される。

【0019】また、図2のリチウムやベリリウムの蒸着膜5の代わりに水素を含む高分子の薄膜を貼り付けてもよい。やはり表面を質量数の小さい原子で覆うことにより同様の効果を得ることができる。

【0020】図3は他の実施例を示す斜視図である。この実施例は、本発明を半導体ウエハの製造装置の冷却に応用したものである。半導体ウエハに対してスパッタ等を施す際には多量の熱が発生するため冷却する必要があるが、周囲が真空であるのでウエハの裏面に冷却ブロックを接触させて冷却を行っている。この際、真空中では接触熱抵抗が非常に大きいため、冷却能力が特に要求される場合にはウエハ裏面と冷却ブロックの間にヘリウムガスを注入するという技術も従来から用いられている。図3において、7は冷却対象の半導体ウエハである。熱はウエハの表面で発生し、裏面側に伝導して、接触面を通して裏面に接触した冷却ブロックにより取り去られる。なお、冷却ブロックは中に冷媒を循環させることによって冷却を行う。

【0021】ここで、本発明を応用すれば、冷却ブロックの表面にリチウム、ベリリウムなどの金属薄膜を付けることによってヘリウム注入の効果を高めて冷却性能を向上させることができる。

【0022】このように、本実施例によれば、ヘリウムガス中で接触面を通して熱を伝える構造の発熱体の冷却装置において、接触熱抵抗を減少させ、効率的に冷却を行うことができる。

【0023】

【発明の効果】本発明を用いることにより、ガスを介した接触熱伝導の熱抵抗を小さくし、非常に大きな発熱量を持つ電子部品に対して接触熱伝導方式の冷却技術が適用可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一実施例を示す側面図。

【図2】本発明の第一実施例の断面図。

【図3】本発明の第二実施例を示す斜視図。

【図4】接触面間温度分布の一例を示す特性図。

【図5】従来技術の伝熱機構を示す説明図。

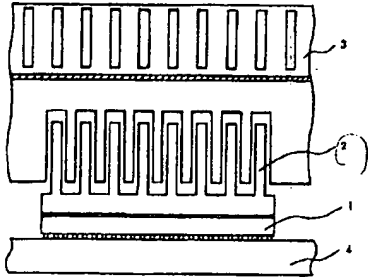
【図6】本発明の伝熱機構を示す説明図。

【符号の説明】

1…電子部品、2…柔軟構造熱伝導部品、3…冷却ブロック、4…基板、5…薄膜、6…ヘリウム、7…半導体ウエハ。

【図1】

図 1



【図2】

図 2

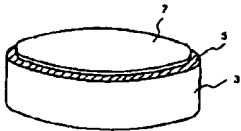


【図5】

図 5

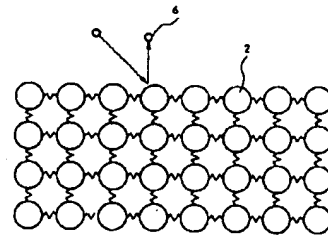
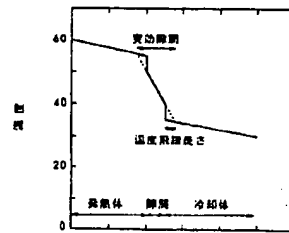
【図3】

図 3



【図4】

図 4



【図6】

図 6

